



Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais¹

Leandro Barbosa², Paulo Sávio Lopes³, Adair José Regazzi⁴, Simone Eliza Facioni Guimarães³, Robledo de Almeida Torres³

¹ Parte da dissertação apresentada à UFV, pelo primeiro autor, para obtenção do grau de "Magister Scientiae" em Zootecnia.

² Pós-Graduação da UFV e Bolsista da CNPq, Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa-MG, CEP: 36570-000.

³ Departamento de Zootecnia, UFV, Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa-MG - CEP: 36570-000.

⁴ Departamento de Informática, UFV, Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa-MG - CEP: 36570-000.

RESUMO - Dados de 326 animais de uma população F2 de suínos foram utilizados para avaliar a redução da dimensionalidade do espaço multivariado por meio de componentes principais. Foram consideradas as seguintes características: pH aos 45 minutos e 24 horas *post-mortem* (pH₄₅ e pH_u, respectivamente), perda de peso por gotejamento (GOTEJ), perda de peso por cozimento (COZ), perda de peso total (PTOT), gordura intramuscular (GORINT), maciez objetiva (MACIEZ), luminosidade (L), índice de vermelho (a) e índice de amarelo (b). Quatro componentes principais, obtidos a partir da matriz de correlação, apresentaram variância inferior a 0,7 (autovalor inferior a 0,7), o que sugere quatro variáveis para descarte, por apresentarem maiores coeficientes, em valor absoluto, a partir do último componente principal. Adicionalmente, as variáveis descartadas apresentaram correlação linear simples significativa com as demais, ou seja, foram redundantes. Com base nesses resultados, recomenda-se a manutenção das características pH₄₅, pH_u, L, a, GORINT e COZ em experimentos futuros.

Palavras-chave: análise multivariada, correlação, descarte de variáveis, suínos

Evaluation of swine meat quality by principal component analysis

ABSTRACT - Data from 326 animals of a F2 swine population were used to select traits related to meat quality by principal components analysis. The following traits were considered: pH at 45 minutes *post mortem* (pH₄₅), pH at 24 hours *post mortem* (pH_u), drip loss (DL), cooking loss (CL), total loss (TL), intramuscular fat (IMF), objective tenderness (OT), lightness (L), redness (a) and yellowness (b). Variation lower than 0.7 (eigenvalue lower than 0.7) indicated four traits, which were significantly correlated to the other traits, to be discarded. These results suggest the use of pH₄₅, pH_u, L, a, IMF and CL as swine meat quality traits in future experiments.

Key Words: correlation, discarding variables, multivariate analysis, swine

Introdução

Uma das preocupações na produção de carne suína é a sua qualidade. Há pouco tempo, a qualidade da carne ainda era restrita a conceitos relativos à saúde, ao processamento e à nutrição e, em menor escala, às características sensoriais. No entanto, atualmente, o consumidor procura carne não só como fonte de proteína animal para suprir suas necessidades nutricionais, mas também que lhe dê segurança, satisfação e praticidade no consumo. Adicionalmente, tem sido preocupação de técnicos e produtores o bem-estar animal durante o manejo e o transporte (Geers et al., 1994).

Os consumidores de carne suína exigem qualidade, notadamente nos países economicamente mais desenvolvi-

dos. Em geral, as características da qualidade da carne são resultado de valores moderados de herdabilidade, indicando que podem ser geneticamente melhoradas pela seleção. Entretanto, essas características são relacionadas em magnitude e sentido variáveis (a seleção em uma provoca mudanças em outras) e, se não forem considerados, podem ocasionar erros na avaliação genética dos indivíduos.

Embora não haja limite na prática para o número de características que podem ser avaliadas nos experimentos, é relevante examinar se algumas poderiam ser desconsideradas na coleta das observações ou nas análises estatísticas. Em muitas situações, os pesquisadores geram um considerável acréscimo de trabalho ao avaliarem maior número de características, problema que pode ser minimizado com a

redução do número de medidas, eliminando as que menos contribuem para a avaliação (Freitas et al., 2004). Com um número elevado de características, é possível que muitas contribuam pouco para a discriminação dos indivíduos avaliados, por serem invariantes entre estes indivíduos, por serem redundantes em virtude de correlações, ou ainda, pelo fato de uma característica ser combinação linear de outras. Essa situação apresenta, como consequência, aumento no trabalho de caracterização, sem melhoria na precisão, além de tornar mais complexa a análise e interpretação dos dados. Assim, pode-se fazer uso da técnica de componentes principais, que tem como principal objetivo resumir a informação contida no complexo de variáveis originais, eliminando as informações redundantes (Khattree & Naik, 2000).

O método de análise de componentes principais a partir da matriz de correlação consiste em transformar um conjunto de variáveis Z_1, Z_2, \dots, Z_p em um novo conjunto de variáveis $Y_1 (CP_1), Y_2 (CP_2), \dots, Y_p (CP_p)$ não-correlacionadas entre si e arranjadas em ordem decrescente de variância (Liberato, 1995). A idéia principal desse procedimento é que poucos dos primeiros componentes principais contêm a maior variabilidade dos dados originais. Assim, pode-se racionalmente descartar os demais componentes, reduzindo o número de variáveis.

Para descarte de variáveis, a variável que possui maior correlação com o componente principal de menor autovalor (menor variância) deve ser menos importante para explicar a variância total e, portanto, passível de descarte.

O critério do número de variáveis descartadas é, conforme recomendações de Jolliffe (1972, 1973), baseado em dados simulados e reais; quando a análise de componentes principais foi feita a partir da matriz de correlação, estabeleceu-se que o número de variáveis descartadas deve ser igual ao número de componentes cuja variância (autovalor) é inferior a 0,7.

A técnica de componentes principais tem como vantagem adicional avaliar a importância de cada característica estudada sobre a variação total, possibilitando o descarte das variáveis menos discriminantes (redundantes), por estarem correlacionadas a outras variáveis, pela sua invariância ou por serem combinação linear de outras características (Cruz & Regazzi, 1997).

Dessa forma, objetivou-se reduzir a dimensionalidade dos dados, eliminando as informações redundantes, e viabilizar a recomendação de que estas informações não precisam ser utilizadas em experimentos futuros, reduzindo custos e tempo despendidos.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes de uma população F2 de suínos desenvolvida no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, no período de novembro de 1998 a julho de 2001.

Foram formadas duas famílias, provenientes do cruzamento de dois varrões da raça Piau (nativa brasileira) com 18 fêmeas de linhagens desenvolvidas na UFV, pelo acasalamento de animais das raças Landrace, Large White e Pietrain. A geração F1 foi acasalada *inter si* para a produção da geração F2, que nasceu entre junho de 2000 e fevereiro de 2001. Foram obtidos 844 animais F2, distribuídos em cinco lotes: lote 1 (animais nascidos entre 20/06 e 03/07/00), lote 2 (03/08 e 23/08/00), lote 3 (16/09 e 01/11/00), lote 4 (30/11 e 25/12/00) e lote 5 (19/01 e 12/02/01).

Ao nascimento, os animais foram submetidos à marcação, à pesagem, ao corte de dentes e à aplicação de antibiótico e, entre o 3º e 5º dias, receberam 3 mL de ferro injetável, sendo os machos castrados ao 10º dia. A partir desta idade, foi disponibilizada ração pré-inicial. Os animais foram novamente pesados ao desmame (21 dias), receberam outra dosagem de ferro e foram transferidos para a creche, onde foram mantidos até os 60 dias de idade. Posteriormente, foram transferidos para o setor de cria/recria, onde permaneceram até os 77 dias, idade na qual se iniciou a medição do consumo alimentar individual, com os animais em baias individuais por um período de 28 dias (77 a 105 dias de idade).

Dos 844 animais experimentais avaliados (fêmeas e machos castrados) da geração F2, 550 foram abatidos com peso médio de 64,79 kg e desvio-padrão de 5,06 kg. Depois de verificada a consistência dos dados, 326 observações foram utilizadas na análise.

O abate foi realizado na própria granja onde os animais foram criados, após jejum alimentar de 18 horas, com livre acesso à água fresca. Os animais foram submetidos à insensibilização elétrica, posicionando-se os eletrodos do insensibilizador (Sulmaq, Modelo 7654) na porção dorsal do pescoço, aplicando-se voltagem de 300 volts por 5 segundos. A sangria foi realizada imediatamente após a insensibilização, por punção do coração por meio de inserção sobre a axila esquerda do animal.

A seguir, os animais foram chamuscados e as cerdas raspadas manualmente com faca sob fluxo de água. As carcaças, suspensas pelas patas traseiras, foram eventradas, evisceradas, lavadas, serradas longitudinalmente, inclusive

a cabeça, e pesadas. Em seguida, foram resfriadas em *freezers* horizontais (4°C, por 24 horas).

Foram avaliadas as seguintes características de qualidade da carne suína: pH 45 minutos e 24 horas *post-mortem*; maciez objetiva; gordura intramuscular; capacidade de retenção de água (perda de peso por gotejamento; perda de peso por cozimento e perda de peso total); e coloração. A coloração foi determinada pelo sistema HUNTER LAB, estimando-se a luminosidade, o índice de vermelho e o índice de amarelo em espectrofotômetro. Para avaliação da capacidade de retenção de água, foram retiradas (da última para penúltima costela da meia-carcaça esquerda ainda quente) duas amostras de 120 a 140 g do músculo *Longissimus dorsi*. As metodologias adotadas na avaliação das características foram, detalhadamente, descritas por Benevenuto Jr. (2001).

Após serem feitas as consistências dos dados, 326 observações foram utilizadas na análise. Preliminarmente, foi realizado o teste do número de condições, citado por Montgomery & Peck (1992), para diagnóstico do efeito da multicolinearidade ou dependência linear entre as variáveis, que pode levar à formação de matrizes singulares ou mal condicionadas. Após essa análise, foram identificadas e descartadas as variáveis saturação e tonalidade, que provocaram forte multicolinearidade nas características de qualidade da carne.

Os dados submetidos à análise de componentes principais foram previamente ajustados para efeitos fixos de sexo, lote e idade ao abate como covariável. Com base no trabalho de Pires et al. (2005), para ajuste dos dados, foi utilizada a característica idade ao abate como covariável para as características avaliadas neste experimento.

Tendo em vista o grande número de variáveis mensuradas em diferentes unidades, fez-se a padronização das variáveis X_j ($j = 1, 2, \dots, p$) com média igual a zero e variância igual à unidade. Neste caso, a estrutura de dependência de X_j foi dada pela matriz de correlação R .

Em todas as análises, utilizou-se o programa SAS System for Windows^{NT}, versão 8.0, licenciado pela Universidade Federal de Viçosa (SAS, 1999).

Resultados e Discussão

O número de observações, as médias corrigidas e os desvios-padrão das características de qualidade da carne são apresentados na Tabela 1.

Os resultados obtidos para componentes principais, os autovalores e as porcentagens da variância explicada pelos componentes encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1 - Número de observações, médias e desvios-padrão das características de qualidade da carne

Table 1 - Number of observations, adjusted means and standard deviations for meat quality traits

| Característica ¹ <i>Trait</i> ¹ | Número de observações <i>Number of observations</i> | Média corrigida <i>Adjusted mean</i> | Desvio-padrão ² <i>Standard deviation</i> |
|--|--|---|---|
| pH ₄₅ | 510 | 6,491 | 0,2571 |
| pH _u | 514 | 5,707 | 0,1453 |
| L | 459 | 44,966 | 1,9737 |
| a | 449 | 0,686 | 0,5903 |
| b | 455 | 6,590 | 0,5179 |
| GORINT (<i>IMF</i>) (%) | 466 | 1,541 | 0,5696 |
| GOTEJ (<i>DL</i>) (%) | 515 | 3,236 | 1,6617 |
| COZ (<i>CL</i>) (%) | 508 | 32,637 | 2,3589 |
| MACIEZ (<i>OT</i>) (g/1,2 cm) | 397 | 5.550,000 | 841,6178 |
| PTOT (<i>TL</i>) (%) | 404 | 34,260 | 2,6454 |

¹ pH₄₅ - pH medido 45 minutos após o abate (*pH at 45 minutes post mortem*); pH_u - pH medido 24 horas após o abate (*pH at 24 hours post mortem*); L - luminosidade (*lightness*); a - índice de vermelho (*redness*); b - índice de amarelo (*yellowness*); GORINT - gordura intramuscular (*IMF - intramuscular fat*); GOTEJ - perda de peso por gotejamento (*DL - drip loss*); COZ - perda de peso por cozimento (*CL - cooking loss*); MACIEZ - maciez objetiva (*OT - objective tenderness*); e PTOT - perda total (*TL - total loss*).

² Desvio-padrão dos dados corrigidos para efeitos fixos e covariáveis (*Standard deviations after adjusting data for fixed effects and covariates*).

Tabela 2 - Componentes principais (CP), autovalores (λ_i) e porcentagem da variância explicada pelos componentes (% var. CP) nas características de qualidade da carne, obtidos de 326 observações

Table 2 - Principal components (CP), eigenvalue (λ_i) and percentage of variance explained by components (% VCP); in meat quality traits, from 326 observations

| Componente principal <i>Principal component</i> | λ_i | %VCP <i>%VCP</i> | %VCP (acumulada) <i>%VCP (accumulated)</i> |
|--|-------------|---------------------|---|
| CP ₁ | 2,757 | 27,57 | 27,57 |
| CP ₂ | 1,935 | 19,35 | 46,92 |
| CP ₃ | 1,372 | 13,72 | 60,65 |
| CP ₄ | 1,113 | 11,13 | 71,78 |
| CP ₅ | 0,838 | 8,38 | 80,15 |
| CP ₆ | 0,825 | 8,25 | 88,41 |
| CP ₇ | 0,540 | 5,40 | 93,81 |
| CP ₈ | 0,307 | 3,07 | 96,88 |
| CP ₉ | 0,253 | 2,53 | 99,42 |
| CP ₁₀ | 0,058 | 0,58 | 100 |

Os três primeiros componentes principais explicaram 60,65% da variação total, demonstrando que a técnica de componente principal foi efetiva para resumir o julgamento das características de qualidade da carne. Resultado semelhante foi encontrado por Destefanis et al. (2000), que, trabalhando com componentes principais nas análises químicas, físicas e sensoriais da carne de bovinos jovens, verificaram que os três primeiros componentes explicaram aproximadamente 63% da variação total. Esses autores concluíram que a técnica de componentes princi-

país é um procedimento muito efetivo para resumir o julgamento da qualidade da carne.

Conforme pode ser observado na Tabela 2, quatro variáveis (40,0% das características avaliadas) podem ser descartadas de acordo com o critério de Jolliffe (1972, 1973), visto que foram quatro os componentes com autovalores menores que 0,7.

As variáveis (quatro) com maiores coeficientes, em valor absoluto, nos últimos componentes principais são passíveis de descarte (Tabela 3). A razão para isso é que variáveis altamente correlacionadas aos componentes principais de menor variância representam variação praticamente insignificante (Mardia et al., 1997).

As variáveis passíveis de descarte, em ordem de menor importância para explicar a variação total, foram perda de peso total, índice de amarelo, perda de peso por gotejamento e maciez objetiva. Portanto, recomenda-se manter as seguintes variáveis em experimentos futuros: pH aos 45 minutos *post mortem*, pH 24 horas *post mortem*, luminosidade, índice de vermelho, gordura intramuscular e perda de peso por cozimento.

A variável perda de peso total foi a menos importante para explicar a variação total, por ser uma combinação linear da perda de peso por gotejamento e da perda de peso por cozimento (perda de peso total = perda de peso por gotejamento + perda de peso por cozimento), e, por isso, foi a primeira variável a ser sugerida para descarte.

Na Tabela 4 são apresentados os coeficientes de correlação simples entre as dez características de qualidade da carne.

Como pH₄₅ e pH_u apresentaram baixa correlação entre si, sugere-se sua manutenção em experimentos futuros. Tanto o pH₄₅ quanto o pH_u são comumente utilizados na

determinação da qualidade da carne suína (Huff-Lonergan et al., 2002). Como observado neste experimento (Tabela 4), Casteels et al. (1995) verificaram correlação não-significativa entre estas duas características, corroborando os resultados encontrados por Benevenuto Jr. (2001). Assim, tanto o pH₄₅ quanto o pH_u são importantes na determinação da qualidade da carne suína.

As características de índice de cor são muito importantes, pois, na carne fresca, geralmente influenciam a aceitabilidade do consumidor (Jolliffe, 1973; Jeremiah, 1994). Neste trabalho, dois atributos de índice de cor foram sugeridos para serem mantidos em experimentos futuros (luminosidade e índice de vermelho), sendo redundantes as demais características de índice de cor.

Resultado semelhante ao obtido neste trabalho ($r=0,70$; $P<0,05$) foi relatado por Norman et al. (2003), que avaliaram a relação de índice de cor com a aceitabilidade do consumidor e observaram correlação ($P<0,01$) da luminosidade com índice de amarelo ($r=0,62$), o que justifica, em parte, o fato de a característica índice de amarelo ter sido passível de descarte.

Estudos têm demonstrado que maciez é um dos atributos mais importantes da qualidade da carne (Van Oeckel et al., 1999a), por determinar a aceitabilidade e a satisfação do consumidor. Embora seja uma importante característica de qualidade da carne, seu descarte se justifica, em parte, pelo fato de a maciez estar significativamente correlacionada ($P<0,01$) ao índice de cor (Davis et al., 1975; Hodgson et al., 1991; Benevenuto Jr., 2001; Norman et al., 2003), ao pH₄₅ e ao pH_u (Benevenuto Jr., 2001).

O conteúdo de gordura intramuscular é outra característica de importância expressiva para a satisfação do consumidor de carne suína. Normalmente, as melhores

Tabela 3 - Coeficientes de ponderação das características e suas correlações (em porcentagem) com os últimos componentes principais menos importantes para explicar a variação total das dez características de qualidade da carne

Table 3 - Coefficients for the traits and their correlation (percentage) with the last principal components, which are less important to explain the total variation in 10 meat quality traits

| Característica ¹ Traits ¹ | Coeficientes (Correlação - %) Coefficient (Correlation - %) | | | |
|--|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| | CP ₁₀ | CP ₉ | CP ₈ | CP ₇ |
| pH ₄₅ | 0,027(0,64) | 0,003(0,18) | 0,652(36,12) | -0,273(-20,04) |
| pH _u | 0,002(0,04) | 0,097(4,89) | -0,001(-0,07) | 0,098(7,20) |
| L | -0,022(-0,54) | -0,596(-30,01) | 0,088(4,88) | 0,487(35,79) |
| a | 0,003(0,07) | 0,017(0,85) | 0,053(2,93) | 0,547(40,20) |
| b | 0,010(0,24) | 0,716(36,06) | -0,177(-9,79) | 0,126(9,28) |
| GORINT (IMF) (%) | -0,014(-0,33) | -0,051(-2,56) | -0,002(-0,13) | 0,004(0,28) |
| GOTEJ (DL) (%) | 0,364(8,79) | 0,175(8,81) | 0,660(36,60) | 0,092(6,79) |
| COZ (CL) (%) | 0,565(13,65) | -0,171(-8,62) | -0,273(-15,14) | -0,161(-11,83) |
| MACIEZ (OT) (g/1,2 cm) | 0,015(0,36) | 0,242(12,20) | 0,062(3,41) | 0,567(41,70) |
| PTOT (TL) (%) | -0,739(-17,87) | -0,010(-0,52) | 0,136(7,55) | -0,086(-6,33) |

¹ Conforme a Tabela 1 (According to Table 1).

Tabela 4 - Coeficientes de correlação simples entre as características de qualidade da carne e o número de observações entre as variáveis (entre parênteses)
 Table 4 - Simple correlation coefficients between the carcass traits and number of observations (in parentheses)

| Característica ¹ Trait ¹ | pH ₄₅ | pH _u IMF | L DL | a CL | b OT | GORINT (%) TL | GOTEJ (%) | COZ (%) | MACIEZ (g/1,2 cm) | PTOT (%) |
|---|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| pH ₄₅ | 1,0000 (510) | | | | | | | | | |
| pH _u | 0,1083ns (499) | 1,0000 (514) | | | | | | | | |
| L | -0,0072ns (442) | -0,2456** (452) | 1,0000 (459) | | | | | | | |
| a | -0,0655ns (437) | 0,0387ns (444) | -0,3206** (445) | 1,0000 (449) | | | | | | |
| b | 0,0004ns (442) | -0,3021** (450) | 0,7066** (452) | -0,2681** (446) | 1,0000 (455) | | | | | |
| GORINT (%) | -0,0542ns (452) | 0,0198ns (460) | -0,0066ns (411) | -0,0501ns (403) | 0,0228ns (409) | 1,0000 (466) | | | | |
| GOTEJ (%) | -0,6244** (500) | -0,1871** (509) | 0,1787ns (453) | -0,0074ns (445) | 0,1433* (451) | 0,0516ns (462) | 1,0000 (515) | | | |
| COZ (%) | -0,1440* (499) | 0,0271ns (502) | 0,0879ns (445) | 0,0741ns (440) | 0,2034** (445) | 0,0358ns (456) | 0,2716** (503) | 1,0000 (508) | | |
| MACIEZ (g/1,2 cm) | 0,2441** (389) | 0,1878** (393) | -0,1799** (391) | -0,0890ns (386) | -0,3099** (391) | 0,0036 ns (362) | -0,3456** (393) | -0,0076ns (396) | 1,0000 (397) | |
| PTOT (%) | -0,4325** (393) | -0,0504 ns (397) | 0,1458* (396) | 0,0597ns (390) | 0,2302** (395) | 0,0676ns (366) | 0,6474** (400) | 0,8487 (400) | -0,1590* (391) | 1,0000 (404) |

¹ Conforme a Tabela 1.

ns Não-significativo a 5% (P>0,05).

* Significativo a 5% (P<0,05).

** Significativo a 1% (P<0,01).

¹ According to Table 1.

ns Not significant at 5% (P>0.05).

* Significant at 5% (P<0.05)

** Significant at 1% (P<0.01)

pontuações em painéis sensoriais para suculência de lombos são obtidas naqueles cortes com maior quantidade de gordura intramuscular e valores extremamente baixos indicam características de qualidade mais pobres (Benevenuto Jr., 2001).

A gordura intramuscular, não considerada passível de descarte neste trabalho, tem influência positiva na suculência, na maciez, no sabor e na conservação da carne (García-Macías et al., 1996; Barros, 2001). Além disso, pode ser de grande aplicabilidade no melhoramento genético de suínos, visto que o gene da IMF (gordura intramuscular) tem efeito no conteúdo de gordura intramuscular. Animais homozigotos para o alelo IMF apresentaram 3,9% de gordura intramuscular, enquanto os não-portadores ou portadores de apenas um alelo apresentaram apenas 1,8% de gordura intramuscular (De Vries et al., 2000).

As características de qualidade da carne que não apresentaram correlação significativa com o teor de gordura intramuscular (GORINT) foram o pH_{45} e pH_u , o que justifica, em parte, o fato de não serem consideradas passíveis de descarte. Correlação não-significativa da GORINT com medidas de pH_{45} e pH_u também foi verificada por Bredahl et al. (1998).

Van Oeckel et al. (1999b) encontraram menor correlação negativa ($P < 0,001$) entre pH_{45} e perda de peso por gotejamento (-0,34) em relação ao valor encontrado neste trabalho (-0,66), o que pode ser resultado dos valores de pH_{45} (5,86 naquele trabalho x 6,49 neste experimento), uma vez que, segundo Warris & Brown (1987) e Van Laack et al. (1994), a correlação entre pH_{45} e perda de peso por gotejamento é mais bem representada para valores de pH_{45} superiores a 6,1. Pires et al. (2005) encontraram QTLs significativos para as características pH_{45} e perda de peso por gotejamento, sugerindo que os mesmos grupos gênicos podem estar atuando sobre ambas as características. A existência de correlação entre pH_{45} e perda de peso por gotejamento explica, em parte, o fato de a perda de peso por gotejamento ter sido sugerida para descarte. A única característica relacionada à capacidade de retenção de água sugerida para permanência em experimentos futuros foi a perda de peso por cozimento, sendo as demais redundantes.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos, pode-se afirmar que 40,0% das variáveis analisadas foram redundantes, podendo ser descartadas em experimentos futuros.

Em razão do grande número de variáveis redundantes que podem ser descartadas, espera-se relativa economia de tempo e custo em experimentos futuros, sem perda considerável de informação.

Literatura Citada

- BARROS, L.B. **Efeito de níveis de lisina da dieta sobre a qualidade da carne de fêmeas suínas abatidas em diferentes pesos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BENEVENUTO JR., A.A. **Avaliação de rendimento de carcaça e de qualidade da carne de suínos comerciais, de raça nativa e cruzados**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001, 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- BREDAHL, L.; GRUNERT, K.G.; FERTIN, C. Relating consumer perceptions of pork quality to physical product characteristics. **Food Quality and Preference**, v.9, p.273-281, 1998.
- CASTEELS, M.; OECKEL, M.J.V.; BOSCHAERTS, L. et al. The relationship between carcass, meat and eating quality of three pig genotypes. **Meat Science**, v.40, p.253-269, 1995.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicado ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 390p.
- DAVIS, G.W.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. et al. Relationships of quality indicators to palatability attributes of pork loins. **Journal of Animal Science**, v.41, p.1305-1313, 1975.
- DE VRIES, A.G.; FAUCITANO, L.; SOSNICKI A. et al. The use of gene technology for optimal development of pork meat quality. **Food Chemistry**, v.69, p.397-405, 2000.
- DESTEFANIS, G.; BARGE, M.T.; BRUGIAPAGLIA, A. et al. The use of principal component analysis (PCA) to characterize beef. **Meat Science**, v.56, p.255-259, 2000.
- FREITAS, R.T.F.; GONÇALVES, T.M.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. Avaliação de carcaças de suínos da raça Large White utilizando medidas convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.2037-2043, 2004 (supl. 2).
- GARCÍA-MACÍAS, J.A.; GISPERT, M.; OLIVER, M.A. et al. The effects of cross, slaughter weight and halothane genotype on leanness and meat and fat quality in pig carcasses. **Journal of Animal Science**, v.63, p.487-496, 1996.
- GEERS, R.; BLEUS, E.; Van SCHIE, T. Transport of pigs different with respect to the halothane gene: stress assessment. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2552-2558, 1994.
- HODGSON, R.R.; DAVIS, G.W.; SMITH, G.C. et al. Relationships between pork loin palatability traits and physical characteristics of cooked chops. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4856-4858, 1991.
- HUFF-LONERGAN, E.; BAAS, T.J.; MALEK, M. et al. Correlations among selected pork quality traits. **Journal of Animal Science**, v.80, p.617-627, 2002.
- JEREMIAH, L.E. Consumer responses to pork loin chops with different degrees of muscle quality in two western Canadian. **Canadian Journal Animal Science**, v.74, p.425-432, 1994.
- JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. I. Artificial data. **Applied Statistics**, v.21, p.160-173, 1972.
- JOLLIFFE, I.T. Discarding variables in a principal component analysis. II. Real data. **Applied Statistics**, v.22, p.21-31, 1973.
- KHATTREE, R.; NAIK, D.N. **Multivariate data reduction and discrimination with SAS software**. Cary: SAS Institute Inc., 2000. 574p.
- LIBERATO, J.R.; VALE, F.X.R.; CRUZ, C.D. Técnicas estatísticas de análise multivariada e a necessidade de o fitopatologista conhecê-las. **Fitopatologia Brasileira**, v.24, p.5-8, 1999.

- MARDIA, K.V.; KENT, J.T.; BIBBY, J.M. **Multivariate analysis**. 6.ed. London: Academic Press, 1997. 518p.
- MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction to linear regression analysis**. 2.ed. New York: John Wiley Sons, 1992. 527p.
- NORMAN, J.L.; BERG, E.P.; HEYMANN H. et al. Pork loin color relative to sensory and instrumental tenderness and consumer acceptance. **Meat Science**, v.65, p.927-933, 2003.
- PIRES, A.V.; LOPES, P.S.; GUIMARÃES, S.E.F. et al. Quantitative trait loci mapping for meat quality traits in swine chromosome 6. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.608-615, 2005.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**. versão 8.0. Cary: 1999.
- Van LAACK, R.L.J.M.; KAUFFMAM, R.G.; SYBESMA, W. et al. Is color brightness (L-value) a reliable indicator of water-holding capacity in porcine muscle? **Meat Science**, v.38, p.193-201, 1994.
- Van OECKEL, M.J.; WARNANTS, N.; BOUCQUÉ, C.V. Pork tenderness estimation by taste panel, Warner-Bratzler shear force and on-line methods. **Meat Science**, v.53, p.259-267, 1999a.
- Van OECKEL, M.J.; WARNANTS, N.; BOUEQUÉ, Ch.V. Comparison of different methods for measuring water holding capacity and juiciness of pork versus on-lines screening methods. **Meat Science**, v.51, p.313-320, 1999b.
- WARRIS, P.D.; BROWN, S.N. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pigs muscle. **Meat Science**, v.20, p.65-74, 1987.

Recebido: 20/09/05
Aprovado: 28/03/06